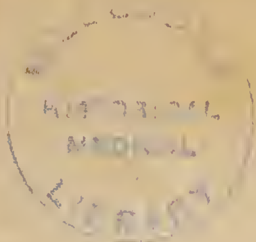


v. Kölliker

Ueber die Cohnheim'schen Felder



Ueber die Cohnheim'schen Felder der Muskelquerschnitte.

Von

A. Kölliker.

Mit Tafel XXII. u. 2 Holzschn.



Abdruck aus der Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. XVI. Bd. 3. Heft. 1866.

Im Decemberhefte von Virchow's Archiv 1865 beschreibt Dr. Cohnheim ein bisher noch unbekanntes Verhalten der Muskelquerschnitte, und leitet aus demselben gewisse allgemeine Folgerungen in Betreff des feineren Baues der Muskelfasern ab. Die neulich vorgenommene Prüfung der Angaben von Cohnheim hat mir Folgendes ergeben.

Behandelt man Muskeln des Ochsen, Frosches, Krebses nach der von Cohnheim angegebenen Methode, indem man sie nicht unter — 6—8° C. gefrieren lässt, und die mit einem abgekühlten Rasirmesser gefertigten Schnitte mit verdünntem Blutserum oder einer Kochsalzlösung von ½% befeuchtet, so sieht man, auch ohne dass man den Druck eines Deckgläschens zu vermeiden braucht, mit Leichtigkeit bei 400—700maligen Vergrösserungen die von Cohnheim beschriebenen Felder, die ich nach ihm benenne (Fig. 1 u. 3, Holzschn. 1). Diese Felder sind die nämlichen, die ich im Jahre 1856, als wir noch keine so guten Linsen besassen wie jetzt, bei 350maliger Vergrösserung an mit etwas Essigsäure behandelten Querschnitten getrockneter Froschmuskeln als eine ganz dichte und feine Punctirung beschrieb und abbildete (Diese Zeitschr. Bd. VIII. p. 318, Taf. XIV. Fig. 6 *a*), jedoch damals irrthümlich für die Querschnitte der Fibrillen hielt. Jetzt sehe ich wie gesagt mit besseren Instrumenten die Felder wesentlich ebenso wie Cohnheim.

Bevor ich weiter auf die Cohnheim'schen Felder und ihre Bedeutung eingehe, ist jedoch ein anderer nicht unwichtiger Punct zu erledigen. Cohnheim ist der Ansicht, dass, wie er sich ausdrückt, der lebende Muskelquerschnitt schon die Felder von mattem Aussehen und geringerer Durchsichtigkeit zeige, die er abbildet, und war ich ursprünglich auch dieser Meinung. Als ich dann aber, um möglichst jede äussere

Einwirkung fern zu halten, Querschnitte gefrorener Muskeln des Frosches ohne Zusatz der von COHNHEIM angewandten Flüssigkeiten einfach mit einem feinsten Deckgläschen bedeckt unter das Mikroskop brachte, war ich erstaunt, die COHNHEIM'schen Felder nicht zu sehen. Ich schrieb diess zuerst auf zufällige Verhältnisse, nachdem jedoch in wiederholten Fällen immer in gleicher Weise sich herausstellte, dass die COHNHEIM'sche Mosaik am ganz frischen, nicht befeuchteten Muskelquerschnitte beim Frosche nicht sichtbar ist, mussten doch Zweifel gegen COHNHEIM's Annahmen sich erheben, welche dann eine weitere Untersuchung wenigstens bis zu einem gewissen Grade bestätigte. Die Prüfung frischer gefrorener Muskeln des Ochsen, Kaninchens, des Frosches und Flusskrebses lehrte nämlich, dass in keinem Falle der mit keiner fremden Flüssigkeit benetzte Querschnitt Felder zeigt, wie sie COHNHEIM beschreibt und abbildet, doch sind hier zwei Verhältnisse wohl auseinander zu halten, von denen das eine COHNHEIM günstiger ist. Beim Ochsen und beim Frosche und in den Schwanzmuskeln des Krebses fand ich unter den angegebenen Bedingungen keine Spur der COHNHEIM'schen Felder, vielmehr waren die Querschnittsflächen der Muskelfasern, abgesehen von den bekanntlich in wechselnder Menge vorkommenden interstitiellen Körnchen und den Kernen, ganz hell und gleichartig. Beim Kaninchen dagegen und in den Scheerenmuskeln des Krebses (Fig. 4) war mit guten Linsen (Syst. 8, 9, 10 von HARTNACK) eine sehr zarte Andeutung der Mosaik zu erkennen, die jedoch keinen Vergleich mit dem aushielt, was COHNHEIM zeichnet und beschreibt, und was man nach Zusatz einer $^1/_2$procentigen Salzlösung sieht. Es waren nämlich die Felder ganz hell und durchsichtig, die Zwischensubstanz zwischen denselben dagegen etwas dunkler, jedoch sehr spärlich entwickelt und nur schmale Züge bildend. Beim Flusskrebse zeigte so der Querschnitt — abgesehen von den Kernen und der stärkeren, diesem Thiere eigenthümlichen, die Muskelfasern durchziehenden hellen Zwischensubstanz — eigentlich nichts als ein Reticulum äusserst zarter und matter Linien, in dem die Felder oder Maschenräume nicht als etwas Besonderes hervortreten, während beim Kaninchen bald dasselbe, bald nur eine sehr zarte Punctirung sichtbar war, an der die einzelnen Puncte oder Felder

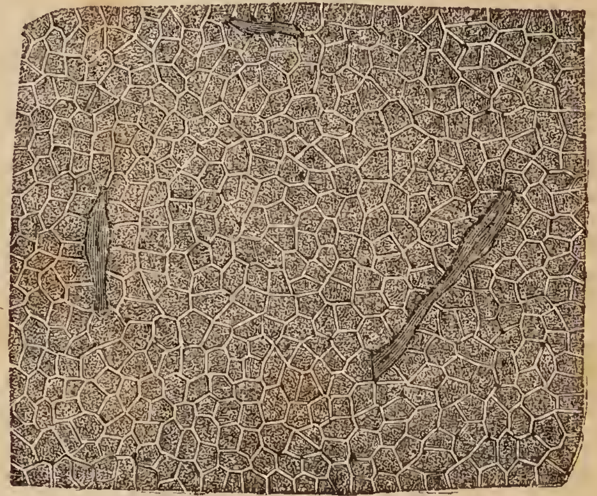


Fig. 1. Ein Theil eines Querschnittes einer gefrorenen Muskelfaser aus den Scheerenmuskeln des Krebses mit Kochsalz von $^1/_2$% behandelt. Man sieht die Cohnheim'schen Felder, die Zwischensubstanz und einige Muskelkerne. Vergr. 400.

auch bei den stärksten Vergrösserungen in den meisten Fällen keine bestimmten Contouren erkennen liessen.

Ist somit das Bild der unbefeuchteten, ganz frisch untersuchten Querschnitte gefrorener Muskeln nicht unerheblich verschieden von dem, was Cohnheim beschreibt und abbildet, so treten dagegen unter bestimmten Verhältnissen sofort die von diesem Autor geschilderten Verhältnisse ein. Setzt man dem frischen unbefeuchteten Querschnitte Kochsalz von $^1/_2\%$ zu, so ist sehr leicht zu sehen, wie fast augenblicklich die Schnittflächen sich zerklüften und die Cohnheim'schen matten Felder mit helleren breiten Zwischenlinien oder Zügen einer Zwischensubstanz auftreten (Figg. 1 u. 3, Holzschnitt 1). Es hat jedoch nicht blos Kochsalz von $^1/_2\%$ eine solche Einwirkung, sondern auch andere Lösungen dieses Salzes, und ebenso treten die Felder auch hervor bei Zusatz von destillirtem und von Brunnenwasser, von Alkohol und Chromsäure verschiedener Concentration, von Carminlösung in Ammoniak, verdünnter Essigsäure und wahrscheinlich durch noch manche andere Substanzen, wie denn Cohnheim dieselben auch in Zuckerwasser, phosphorsaurem Natron und Blutserum gesehen und ebenfalls gefunden hat, dass eine bestimmte Concentration der Salzlösungen nicht sehr wesentlich sei. Verdünnte Essigsäure macht übrigens, wie Cohnheim richtig angiebt, an dem mit Salzlösung behandelten Querschnitte die Felder erblassen und reducirt die Zwischensubstanz auf ganz zarte dunklere Linien, und ebenso erscheint das Bild, wenn man die Säure unmittelbar auf den frischen Querschnitt einwirken lässt (Holzschnitt 2). Durch Carmin und Silber werden, wie ich mit Cohnheim finde, die Felder hübsch tingirt, und lassen sich solche Präparate ebenso wie mit Salzlösung behandelte, wenn sie gleich eingeschlossen werden, lange erhalten.

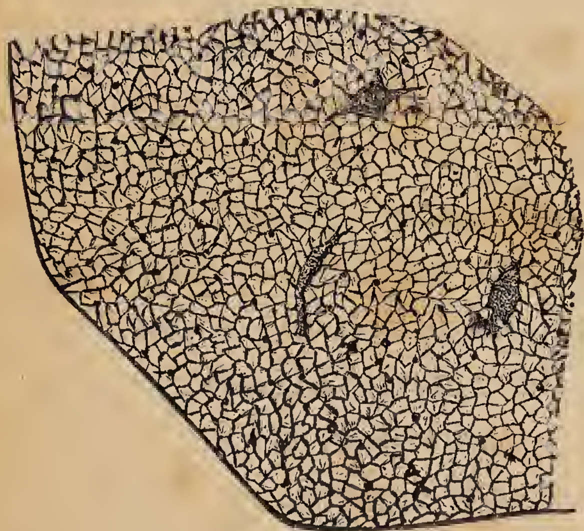


Fig. 2. Ein Theil eines Querschnittes einer gefrornen Froschmuskelfaser mit verdünnter Essigsäure behandelt. Man sieht einige Kerne, dunkle interstitielle Körner und die erblassten Cohnheim'schen Felder mit zarten Zügen von Zwischensubstanz. Vergr. 570.

Das bis jetzt Auseinandergesetzte lässt sich nun übrigens nicht nur an Querschnitten, sondern auch Längsansichten der Muskelfasern der genannten Geschöpfe nachweisen. Muskelfasern, welche die Cohnheim'schen Felder zeigen, erscheinen in Längsansichten auffallend deutlich längsgestreift und sieht man leicht, dass sie aus kleinen Bündeln oder Fasern bestehen, deren Breite dem Durchmesser der Cohnheim'schen Felder entspricht. Besonders schön erscheint diese

Längszerklüftung beim Flusskrebse in den Scheerenmuskeln, deren Felder, wie ich wesentlich in Uebereinstimmung mit Cohnheim fand, die bedeutende Grösse von 0,0039—0,0057 Mm. im Mittel besitzen (Fig. 5), doch ist dieselbe auch bei Säugethieren und beim Frosche sehr deutlich. Vergleicht man nun mit solchen Muskelfasern Längsansichten gefrorener Muskeln, die mit gar nichts befeuchtet wurden, so ergiebt sich, dass die Bündel gar keine Längszerklüftung und überhaupt keine Längsstreifung darbieten, vielmehr ganz und gar regelmässig quergestreift sind.

Wenden wir uns nun zur Deutung der Cohnheim'schen Felder. Wenn ich Cohnheim recht verstehe, so deutet er die polygonalen Felder als Sarcous elements, oder als die doppelt brechenden Theilchen der Muskelfasern, und nimmt an, dass dieselben rings umgeben seien von einer einfach brechenden flüssigen Zwischensubstanz, welche somit sowohl dem Längs- als dem Querbindemittel der Sarcous elements der Autoren entsprechen würde. Cohnheim läugnet daher, wie er auch bestimmt sich ausdrückt, die Existenz von Fibrillen, aber auch das Vorkommen von etwas stärkeren Fasern, deren Querschnitte die polygonalen Felder wären. — Dieser Auffassung kann ich nur theilweise mich anschliessen. Zwar bin auch ich der Meinung, dass die polygonalen Felder des Querschnittes von den Sarcous elements herrühren, ich nehme jedoch zugleich an, dass diese Felder nur die Schnittflächen von langen, prismatischen Fasern darstellen, welche in der ganzen Länge der Muskelfasern sich erstrecken, und dass diese Fasern (Fig. 5), die ich Muskelsäulchen (columnae musculares) nennen will, nochmals jede aus einem kleinen Bündel von Fibrillen bestehen. Meine Auffassung des Baues der Muskelfasern ist demzufolge die: Eine jede Muskelfaser besteht, abgesehen von dem Sarcolemma und den Kernen, aus zwei Theilen; 1) aus longitudinalen Fasern, die wahrscheinlich allein contractil sind, und als weiche, aber doch keineswegs flüssige Theile zu denken sind, und 2) aus einer Zwischensubstanz, die mehr weniger flüssig ist und die faserigen Elemente einzeln und gruppenweise scheidenartig umhüllt. In ganz frischen, d. h. gefrorenen, ohne Zusatz untersuchten Muskeln sind diese beiden Substanzen und ihre gesetzmässige Vertheilung beim Frosche, dem Ochsen und den Schwanzmuskeln des Krebses gar nicht sichtbar, und Querschnitt und Längsschnitt, abgesehen von den Kernen und interstitiellen Körnchen, ganz gleichartig, aus dem Umstande jedoch, dass erstens an anderen Muskeln (denen des Kaninchens und den Schwanzmuskeln des Krebses) unter Beachtung aller Vorsichtsmassregeln auch auf frischen Querschnitten zarte Andeutungen der Cohnheim'chen polygonalen Felder zu

sehen sind (Fig. 4), und zweitens, dass bei allen Muskeln beim Zusatze auch wenig eingreifender Flüssigkeiten, wie selbst Kochsalz von ½%, Blutserum etc. ohne Ausnahme eine bestimmte Längszerklüftung, und auf dem Querschnitte schön ausgeprägte Cohnheim'sche Felder wahrzunehmen sind, darf geschlossen werden, dass die Fasersubstanz von Haus aus in Gestalt der oben erwähnten Muskelsäulchen auftritt, deren Querschnitte die Cohnheim'schen Felder sind. Die Zwischensubstanz ist vorzüglich zwischen diesen Säulchen zu treffen, und hier finden sich auch allein die blassen, von mir sogenannten interstitiellen Körnchen und die pathologischen Fettkörnchen, wenn die Menge derselben ein gewisses Maass nicht überschreitet, doch ist sicher, dass auch die Muskelsäulchen noch in geringer Menge Zwischensubstanz führen, denn dieselben zerfallen unter gewissen Verhältnissen noch weiter in die sogenannten Fibrillen, deren Durchmesser im Mittel 0,0010—0,0012 Mm. beträgt (Fig. 2). Diese Fibrillen halte ich auch jetzt noch für die eigentlichen Elemente der Muskelfasern und nehme an, dass dieselben in ihrer ganzen Länge aus einer und derselben Substanz bestehen, welche für gewöhnlich stellenweise Verdichtungen zeigt, welche letzteren die bekannten doppeltbrechenden Sarcous elements sind.

Zur Erläuterung dieser Darstellung füge ich nun noch folgendes bei:

1. Dass die Muskelfasern wirklich einen faserigen Bau besitzen und die hellen Glieder derselben, oder die die sarcous elements in der Längsrichtung verkittenden Theile nicht dieselbe Beschaffenheit besitzen, wie das Querbindemittel oder die Zwischensubstanz zwischen den Cohnheim'schen Feldern, scheint mir aus Folgendem hervorzugehen:

a) Behandelt man gefrorene Muskelfasern mit Wasser, Kochsalz von ½%, Blutserum, dünner Zuckerlösung etc., so zerklüften sich dieselben der Länge nach aufs schönste in die von mir sogenannten Muskelsäulchen, ein Vorgang, von dem zwar Cohnheim nichts meldet, der aber nichtsdestoweniger sehr leicht zu beobachten ist, am schönsten bei den Scheerenmuskeln des Flusskrebses, dessen Säulchen eine so bedeutende Dicke haben. Wird als Grund des Auftretens der Cohnheim'schen Felder auf dem Querschnitte in den genannten Reagentien ein normales Structurverhältniss angenommen, womit auch ich übereinstimme, so wird man nicht umhin können, auch die Zerklüftung in Säulen in derselben Weise aufzufassen. — Als Ursache des Auftretens der Säulchen und Felder betrachte ich das Ausfliessen der Zwischensubstanz (des Querbindemittels), und wahrscheinlich auch eine Wasseraufnahme durch dieselbe. In der That beginnt auch die Säulchenbildung

und das Auftreten der Cohnheim'chen Felder immer an den End- oder Schnittflächen der Muskelfasern, und sind die Felder meist anfangs sehr unregelmässig, bis die Zwischensubstanz überall ausgeflossen oder gelockert ist. Dass die Felder und Säulchen auch in Alkohol, Chromsäure und Höllenstein auftreten, erkläre ich durch Verdichtung der Fasersubstanz in diesen Reagentien. — Die nach Anwendung der erstgenannten Reagentien auftretenden, schon von verschiedenen Autoren besprochenen, canalartigen Lücken sind die erweiterten Räume, die die Zwischensubstanz enthalten, und fehlen in einer unveränderten Muskelfaser ganz und gar.

b) Wenn das Längsbindemittel ebenso flüssig wäre wie das Querbindemittel, so müssten bei Anwendung von Wasser, Kochsalz von ½% etc. die Sarcous elements ausfliessen, was nie geschieht. Zwar erwähnt Cohnheim (l. c. p. 621) ein solches Ausfliessen, indem er sagt, dass man an einem Muskelquerschnitte immer eine Anzahl Faserquerschnitte finde, die keine vollständigen Scheiben, sondern Ringe bilden, deren centrale Partien vollkommen fehlen, ich habe jedoch so etwas nie gesehen, wohl aber kommen an frischen Muskeln häufig genug Querschnitte vor, die Ringe simuliren, indem bei Flüssigkeitszusatz ihre Ränder sich wulsten, was auch an den durchschnittenen Enden ganzer Muskelfasern bekanntlich sehr oft gesehen wird. Ob Cohnheim so etwas vor sich hatte oder zufällig verstümmelte Querschnitte, vermag ich nicht zu entscheiden, nur so viel ist sicher, dass von einem Ausfliessen des wesentlichen Inhaltes der Muskelfasern, d. h. der Sarcous elements und ihres Längsbindemittels, nirgends eine Spur sich findet.

c) Das Längs- und Querbindemittel verhalten sich auch in verdünnten Säuren ganz verschieden. Ersteres quillt wie die Sarcous elements, die erblassen, in Säuren auf, letzteres nicht. Daher werden in Säuren die Cohnheim'schen Felder gross und blass, während die Zwischensubstanz zu dünnen dunkleren Zügen comprimirt wird.

Aus allen diesem schliesse ich, dass die Muskelsäulchen natürliche Bildungen sind. An Längsansichten sind dieselben wie die ganzen Muskelfasern quergestreift und bestehen aus helleren und dunkleren Zonen. An Querschnitten sieht man natürlich nur die dunkleren Zonen und diese sind die Cohnheim'schen Felder. — Noch bemerke ich, dass die Muskelsäulchen an zerzupften Präparaten sehr leicht sich isoliren lassen, und im Allgemeinen als parallele Fasern von der Breite der Cohnheim'schen Felder sich ergeben. Manchmal schien es mir, als ob dieselben hie und da unter sehr spitzen Winkeln untereinander zu-

sammenhingen, ähnlich den Muskelnetzen des Herzfleisches, doch habe ich diese Frage für einmal nicht weiter geprüft.

2. Dass auch die Muskelsäulchen noch weiter zusammengesetzt sind und aus Fibrillen und sehr spärlicher Zwischensubstanz bestehen, glaube ich aus Nachstehendem schliessen zu dürfen.

a) Lassen sich Fibrillen aus frischen Muskeln gewisser Geschöpfe ohne weiteres isoliren, wie namentlich bei den Petromyzonten.

b) Treten Fibrillen von constanter Breite ohne Ausnahme bei Behandlung der Muskeln mit gewissen Reagentien, wie Alkohol, Chromsäure, chromsaurem Kali, Sublimat etc. auf. Fertigt man Querschnitte von Muskeln an, die in solchen Reagentien lagen, was am leichtesten gelingt, indem man die Muskeln gefrieren lässt[1]), so überzeugt man sich nicht selten, dass die Fibrillen prismatisch sind und zu je dreien, vieren, fünfen, beim Krebse zu vielen so beisammen liegen, dass sie Muskelsäulchen bilden (Fig. 2).

c) An nicht befeuchteten Querschnitten frischer gefrorener Muskeln bin ich nicht im Stande Querschnitte von Fibrillen mit Sicherheit zu sehen, zweifelhafte Andeutungen derselben beim Kaninchen abgerechnet, und würden sich dieselben somit wesentlich ebenso verhalten, wie die Muskelsäulchen und Cohnheim'schen Felder, die unter denselben Verhältnissen ebenfalls entweder gar nicht, oder nur in den zartesten Andeutungen zu sehen sind. Dagegen habe ich an Querschnitten, die die Cohnheim'schen Felder schön zeigen, hie und da, besonders beim Frosche, aber auch beim Kaninchen, eine Punctirung der Felder gesehen, die ich nur auf Fibrillen beziehen kann. Doch gebe ich zu, dass auch diese Bilder nie schön waren, und dass nur an Querschnitten von Alkohol- und Chromsäure-Muskeln die Fibrillen wirklich schön und unzweifelhaft zu erkennen sind.

3. Die Zwischensubstanz der Muskelfasern (das Querbindemittel) zeigt ein verschiedenes Verhalten in verschiedenen Muskeln und bei verschiedenen Thieren. Abgesehen von den Kernen, die in ihr liegen, unterscheide ich einen gleichartigen flüssigen und einen geformten Be-

1) Ich erwähne hier, dass die schon von einigen Forschern angewandte Methode, weiche Theile gefrieren zu lassen, um feine Querschnitte zu erhalten, eine ausgezeichnete und grosser Ausdehnung fähige ist. Da ich eben mit der Prüfung und Ausbildung derselben beschäftigt bin und bald Ausführliches zu berichten im Stande sein werde, so erwähne ich nur vorläufig, dass ich dieselbe mit grossem Vortheil bei den Speicheldrüsen, der Leber, Milz, den Lungen, Nieren, der Haut, den Nerven, bei Froschlarven, Embryonen von Säugern, niederen Thieren (Entozoen, Mollusken, dem Auge von Gliederthieren) etc. angewandt habe.

standtheil derselben. Der letztere sind die bekannten blassen oder fettartigen Körnchen der Muskeln, die, wenn sie in grosser Menge da sind, den flüssigen Bestandtheil ganz verdecken, und manchmal die Cohnheim'schen Felder so zu sagen allein begrenzen. In der Regel sind dieselben jedoch spärlicher, und dann sieht man auf Querschnitten die Endflächen der Muskelsäulchen auf grössere Strecken nur von homogenen Zwischenlinien begrenzt, und nur da und dort ein interstitielles Korn. Bei Säugethieren ist diese helle Zwischensubstanz überhaupt spärlich, dagegen schön beim Frosche und vor Allem beim Krebse. Bei letzterem Geschöpfe tritt dieselbe auf einmal in Form ganz zarter Scheiden um die Muskelsäulchen, und zweitens in Gestalt stärkerer verästelter Züge, die von den Kernen ausgehen und mit denselben täuschend colossale verästelte Zellen simuliren, ohne wirklich solche zu sein (Fig. 4). Diese Züge sind reich an interstitiellen Körnchen und hängen auch mit einer ähnlicher dünnen Lage von Zwischensubstanz innen am Sarcolemma zusammen.

Zum Schlusse führe ich noch einige Maasse an:

Breite der Muskelsäulchen und der Cohnheim'schen Felder.

beim Frosche	0,002—0,005	Mm.
beim Ochsen	0,0020—0,0025	,,
beim Kaninchen	0,0013—0,0019	,,

Breite der Fibrillen beim Frosche 0,0012 ,,

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXII.

Fig. 1. Querschnitt einer gefrorenen Muskelfaser des Frosches mit Kochsalz von $\frac{1}{2}$% behandelt, zur Demonstration der Cohnheim'schen Felder und der Zwischensubsubstanz. Vergr. 400.

Fig. 2. Ein Theil eines Querschnittes einer mit Chromsäure behandelten Muskelfaser des Frosches zur Demonstration der Fibrillen. Vergr. 570.

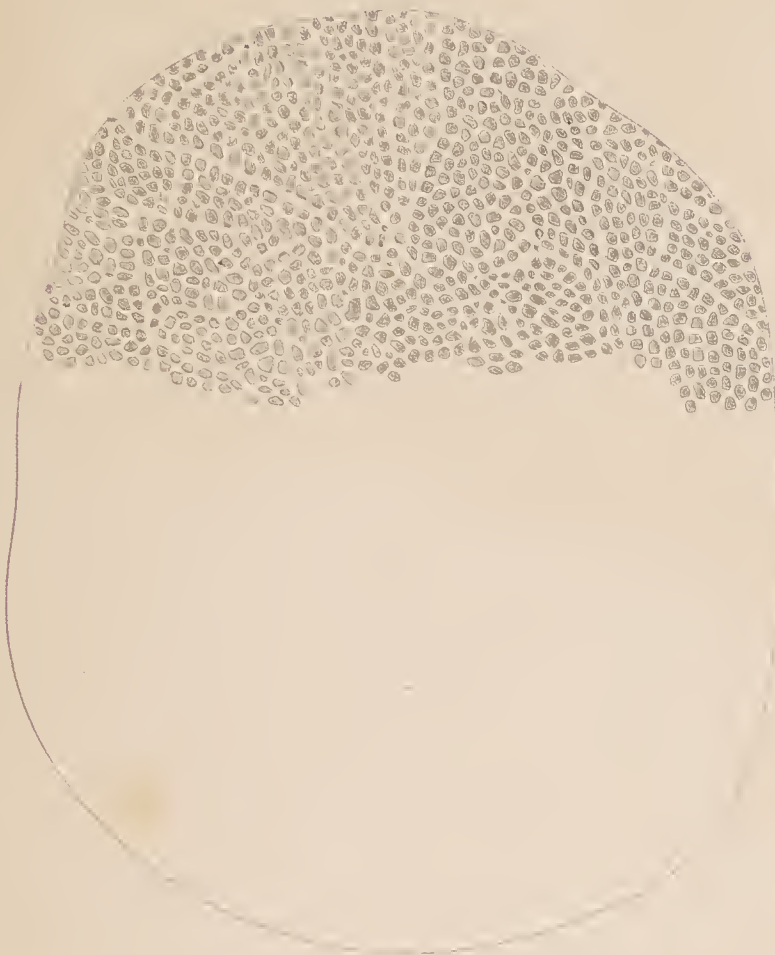
Fig. 3. Querschnitt einer gefrornen Muskelfaser des Kaninchens mit Kochsalz von $\frac{1}{2}$% befeuchtet, um die Cohnheim'schen Felder zu zeigen. Vergr. 400.

Fig. 4. Ein Theil des Querschnittes einer gefrornen Muskelfaser aus den Scheerenmuskeln des Krebses, ohne jeden Zusatz. *a* Muskelkerne, *b* stärkere Ansammlungen von Zwischensubstanz, *c* Sarcolemma mit einer dünnen Lage Zwischensubstanz an der innern Seite, *e* Cohnheim'sche Felder nur theilweise eingezeichnet, von sehr zarten Säumen von Zwischensubstanz eingefasst. Vergr. 400.

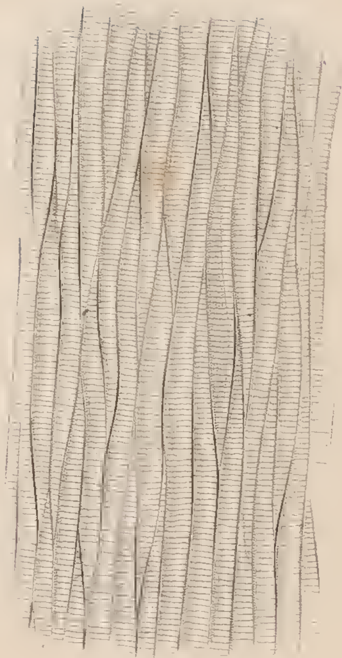
Fig. 5. Ein Theil einer Muskelfaser aus den Scheerenmuskeln des Krebses Nach einem Chromsäurepräparate, das auf dem Querschnitte die Cohnheim'schen Felder sehr schön zeigte, zur Demonstration der Muskelsäulchen, deren Querschnitte die Cohnheim'schen Felder sind. Vergr. 400.

Würzburg, am 27. April 1866.

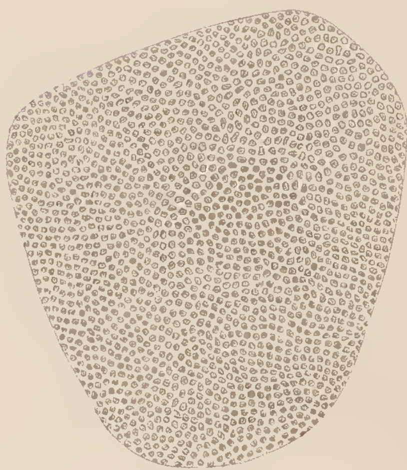
1.



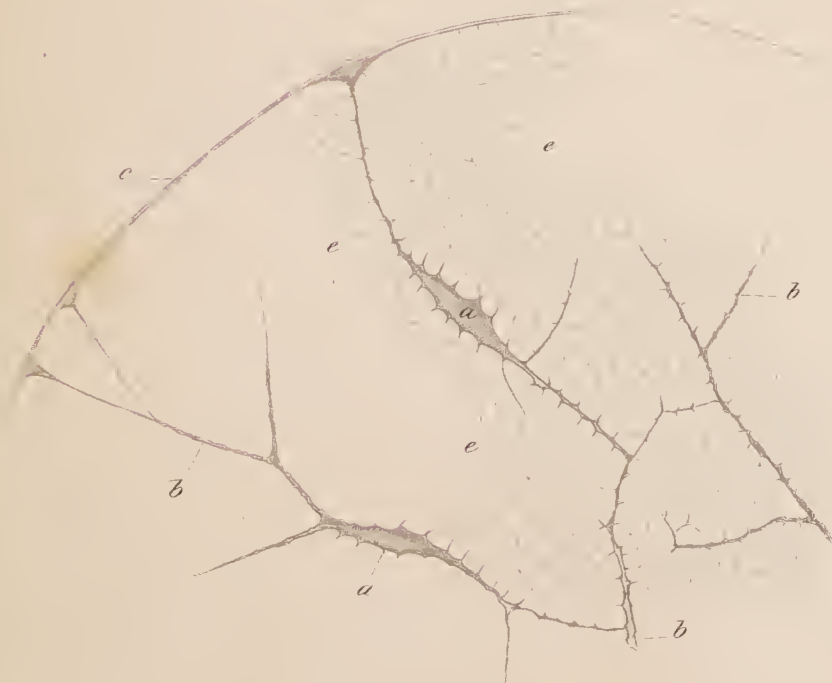
5.



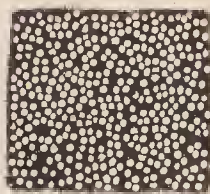
3.



4.



2.



Wagenschieber sc.